BULLETIN DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
2e Série — Tome 41 — N° 5, 1969 (1970), pp. 1123-1130.

OBSERVATIONS SUR LA VARIATION DE TAILLE DES CELLULES SANGUINES (LYMPHOCYTES ET ÉRYTHROCYTES) CHEZ LES POISSONS, PLUS PARTICULIÈREMENT CHEZ CARASSIUS AURATUS *(L.) (Cyprinidae)*

Par J. SPILLMANN

Après avoir examiné un certain nombre d'étalements de sang pratiqués avec des espèces diverses, nous nous sommes livré à quelques mensurations de cellules. Nous avons ainsi observé que, d'une espèce à l'autre, la moyenne des tailles présentait une certaine variabilité. Le fait nous avait frappé, particulièrement en ce qui concerne les lymphocytes.

A ce propos, nous devons préciser tout de suite que le décompte des cellules retenues exige un certain choix ; les lymphocytes mesurés doivent être bien caractéristiques relativement à l'aspect de la chromatine du noyau et de la coloration du cytoplasme. Il ne faut, en effet, mesurer que des éléments adultes et dans une phase de repos. C'est ainsi que, seuls, sont retenus les lymphocytes dont la chromatine du noyau indique l'état de maturité et dont la forme ronde témoigne qu'ils ont été fixés dans une phase de repos. La mesure est prise, pour la cellule entière, suivant le plus grand diamètre. Les différences de valeur de la moyenne des tailles nous ont donné l'idée de classer les résultats dont nous disposions dans l'ordre croissant du diamètre moyen des cellules.

Nous obtenons ainsi le tableau ci-après (tableau I).

Tableau I

n = 100	m =	extr.	Variance	Sm±
Chaenichthys rhinoceratus	6,20	5,2-7,8	0,48	0,06
id.	6,39	5,2-8,4	0,49	0,07
Ictalurus melas	6,63	5,2-8,4	0,73	0,08
Stizostedion lucioperca	7,06	5,2-9,7	0,64	0,07
Carassius auratus	7,10	5,8-9,1	0,56	0,07
Chaenichthys rhinoceratus	7,16	5,8-10,4	1,07	0,10
Rutilus rutilus	7,16	5,8-9,1	0,52	0,07
Tinca tinca	7,24	5,8-9,1	0,80	0,08
Carassius auratus	7,30	5,8-91,1	0,63	0,07
Cyprinus carpio	7,39	5,8-9,1	0,76	0,08

n = 100	m =	extr.	Variance	Sm±
Lepomis gibbosus	7,50	5,8-9,1	0,74	0,08
Carassius auratus	7,53	5,8-9,7	0,91	0,09
Cyprinus carpio	7,72	5,8-10,4	0,89	0,09
Carassius auratus	7,75	5,8-9,7	0,87	0,09
Cyprinus carpio	7,78	5,8-10,4	0,81	0,09
Scardinius erythrophtalmus	7,85	5,8-10,4	0,91	0,09
Rutilus rutilus	7,97	6,5-11	1,26	0,11
Notothenia cyanobrancha	8,04	5,8-11,7	1,75	0,13
Leuciscus (Telestes) soufia	8,09	5,8-10,4	1,12	0,10
Misgurnus fossilis	8,13	5,8-10,4	0,79	0,09
Leuciscus (Telestes) soufia	8,20	5,8-11,7	1,40	0,27
Lepomis gibbosus	8,21	6,5-10,4	0,45	0,06
Leuciscus leuciscus	8,65	6,5-11	1,26	0,11
Perca fluviatilis	8,83	7,1-11,7	0,91	0,09
Chondrostoma toxostoma	9,01	7,1-10,4	0,80	0,09
Gobio gobio	9,14	7,1-11,7	0,87	0,09
Leuciscus (Telestes) soufia	9,23	6,5-12,3	0,93	0,09
Salmo gairdneri irideus	9,60	7,1-12,3	0,92	0,09

Commentaire

A l'examen du tableau I, on remarquera, tout d'abord, que figure en tête de liste, le nom d'un poisson de l'Antarctique, provenant de l'archipel des Kerguelen et appartenant à la famille des Chaenichthiidae : *Chaenichthys rhinoceratus* [1] ; ces poissons possèdent la propriété d'avoir un sang blanc, dépourvu d'hémoglobine. Ce sont par ailleurs des poissons lents et peu actifs.

En queue de liste, on trouve un représentant de la famille des Salmonidae : *Salmo gairdneri irideus.*

Enfin, parmi les poissons dont le diamètre moyen des lymphocytes est de sept microns, on trouve des poissons d'eaux lentes ou stagnantes, tels que la Carpe, la Tanche, le Poisson rouge et, parmi ceux dont le diamètre moyen des lymphocytes est de neuf microns, on trouve des espèces rhéophiles telles que : *Chondrostoma toxostoma, Gobio gobio* et *Leuciscus (Telestes) soufia.*

Cette constatation donnerait à penser que la dimension des lymphocytes pourrait être en relation directe avec l'activité des espèces considérées.

La première idée qui vient alors à l'esprit est de voir si l'on peut observer des différences en relation avec les différentes saisons de l'année. Ce classement des poissons suivant les saisons montre que c'est au cours du printemps et de l'été que l'on rencontre le plus souvent des chiffres élevés. Toutefois, certains chiffres bas, obtenus en plein été, notamment sur des poissons prélevés après la ponte, nous ont fait penser que la cause première pouvait être en relation avec l'activité génitale.

C'est pourquoi nous avons choisi deux lots de poissons [2], le premier composé de poissons à gonades peu ou pas développées, le second d'individus à gonades bien développées.

1. Matériel obligeamment communiqué par M. J. C. Hureau.
2. Nous nous sommes adressé, pour toutes les mensurations concernant *Carassius auratus*, à une souche de race Shubunkin, choisie pour sa rusticité et sa reproduction précoce.

Nous avons obtenu les résultats suivants en procédant à la comparaison des moyennes :

Carassius auratus Organes génitaux peu ou pas développés		*Carassius auratus* Organes génitaux bien développés
n = 13		n = 10
m = 7,72		m = 8,57
extr. : 7,10-8,32		extr. : 8,02-9,01
var. = 0,67		var. = 0,96
Sm 0,23	t = 2,3	Sm 0,32

100 lymphocytes ont été mesurés pour chaque individu.

Pour les poissons à organes génitaux peu ou pas développés, le mode de la moyenne est à 7 dans 100 % des cas. Pour les poissons à organes génitaux bien développés, le mode est à 9 dans 80 % des cas.

La différence significative ainsi obtenue se trouve confirmée du fait que ce sont les poissons les plus avancés en maturité qui donnent les moyennes les plus élevées ; c'est ainsi que quatre mâles donnant abondamment de la laitance et présentant des tubercules nuptiaux sur les opercules, donnent les moyennes respectives suivantes : 8,50-8,73-8,78-8,79. La moyenne la plus élevée est donnée par une femelle pleine d'œufs : 9,01.

Nous croyons intéressant de noter, à cette occasion, que nous avons régulièrement observé que, chez des poissons à gonades très développées, les mâles donnaient un sang plus rouge et plus abondant que les femelles.

Si on établit le tableau des fréquences pour chacun des deux groupes précédemment étudiés, on obtient les résultats suivants :

1. — *Carassius auratus* à organes peu ou pas développés

microns	5	6	7	8	9	10
nombre de lymphocytes	31	183	677	204	196	9

2. — *Carassius auratus* à organes génitaux bien développés

microns	5	6	7	8	9	10	11
nombre de lymphocytes	1	22	250	280	397	47	3

Ces résultats semblant mettre en évidence une relation entre la taille des lymphocytes et l'état de développement des gonades, nous devions voir quelle pouvait être l'action d'un traitement hormonal que nous avions déjà utilisé pour la mise en condition des reproducteurs.

Action d'un traitement hormonal sur la taille moyenne des lymphocytes

Nous avons donc pratiqué sur de jeunes poissons immatures des injections de thyréotrophine hypophysaire lyophilisée. Nous avons opéré en partant de flacons de 5cc représentant 10 unités Rowlands Parkes. Chaque poisson reçut 1/8 de cc de cette solution en injection intramusculaire.

Le tableau suivant indique les fréquences de taille des lymphocytes de huit individus sacrifiés à des temps variables après l'injection, ainsi que les chiffres obtenus avec deux individus témoins.

temps	m =	5	6	7	8	9	10	11	n =
6 h.	8,96			8	13	21	7	1	50
9	9,13		1	15	18	42	20	4	100
24	8,43		5	35	22	30	7	1	100
28	9,46		2	8	12	49	22	7	100
48	9,07			14	21	50	13	2	100
54	8,72		2	22	24	47	5		100
72	8,22		4	40	30	25	1		100
96	7,05	4	10	18	3	1			36
120	8,30			17	22	11			50
Fréquenees		4	24	160	143	265	75	15	
Témoins	7,79		10	55	20	15			100
	7,71	1	12	58	14	15			100
Fréquenees		1	22	113	34	30			

On remarquera, à l'examen de ce tableau, une augmentation de la taille des lymphocytes qui se maintient de la 6e heure jusqu'à sensiblement la 72e heure, avec des moyennes variant de 8,43 à 9,46, alors que les deux témoins ont des moyennes respectivement égales à 7,71 et 7,79 [1]. Ces résultats vont donc dans le même sens que ceux des tableaux précédents et paraissent désigner l'ensemble Thyroïde Hypophyse comme cause première de l'augmentation de diamètre des lymphocytes.

Étude des érythrocytes

Pensant que les observations faites sur les lymphocytes pourraient s'appliquer également aux érythrocytes, nous avons entrepris de faire avec eux un travail analogue.

L'étude des érythrocytes présente plusieurs avantages sur les lymphocytes, entre autres le fait que ces derniers sont parfois très peu nombreux sur un étalement de sang.

Résultats obtenus par la mensuration des érythrocytes de 53 Carassius auratus de même souche. Pour chacun des individus, 100 cellules ont été mesurées.

Grand diamètre D	Petit diamètre d	D X d
m = 12,95	m = 8,33	m = 107,99
extr. 11,88 — 14,18	extr. 6,66 — 9,68	extr. 88,31 — 133,66
extr. var. 0,25 — 0,95	extr. var. 0,17 — 0,44	
extr. Sm 0,05 — 0,09	extr. Sm 0,01 — 0,06	

1. Une influence identique du traitement hormonal a été constatée sur deux sujets de l'espèce *Rutilus rutilus* et deux sujets de l'espèce *Ictalurus melas* où le mode est respectivement passé de 7 à 8, avec les moyennes suivantes : *Rutilus rutilus* 8,50 et 8,65 ; *Ictalurus melas* 8,28 et 9,28.

Un choix s'impose aussi pour les érythrocytes : seuls sont mesurés ceux dont la forme générale, la couleur du cytoplasme et l'aspect du noyau témoignent de la maturité. Ils sont pris dans un champ situé au centre de l'étalement et qui présente une bonne régularité de distribution des cellules, sans agglomérations.

Les tailles de ces 53 poissons variaient de 55 à 160 mm, il y avait des mâles et des femelles à tous les degrés de développement des gonades avec des RGS variant de 0 à 17,50.

On peut donc estimer que les chiffres obtenus représentent l'éventail possible de dimension des érythrocytes de la race considérée.

Ces chiffres sont très voisins de ceux obtenus par WATSON, SHECHMEISTER et JACKSON (1963) qui donnent pour des Poissons rouges du Missouri une moyenne de 13,4 pour le grand diamètre et de 8,8 pour le petit. La moyenne donnée pour les lymphocytes est, par contre, légèrement inférieure à celle que nous avons obtenue, soit : 6,5.

Il apparaît, d'après les comparaisons de chiffres que nous avons pu faire relativement à d'autre espèces de poissons, que les écarts, d'ailleurs généralement faibles, relevés entre les chiffres des différents auteurs, sont la conséquence des races ayant servi de matériel d'étude, races qui ont leur physiologie propre.

DIMENSIONS DES ÉRYTHROCYTES EN FONCTION DES SAISONS DE L'ANNÉE

Époques de l'année	*Érythrocytes DXd*
Décembre, janvier, février	m = 97,07
Mars, avril, mai	m = 110,65
Juin, juillet, août	m = 116,40
Septembre, octobre, novembre	m = 104,42

Le tableau ci-dessus montre que c'est au cours des mois de l'année correspondant aux périodes pendant lesquelles la reproduction est possible que les érythrocytes atteignent leurs dimensions maxima. En bassin extérieur, dans la région parisienne, la reproduction naturelle peut en effet se produire, suivant que les années sont plus ou moins favorables, dès la deuxième quinzaine de mai, et plus tard quand le printemps est froid. Parfois, des pontes tardives ont lieu en juillet ou en août.

DIMENSIONS DES ÉRYTHROCYTES EN FONCTION DU RAPPORT GONADOSOMATIQUE (RGS)

Il existe une relation entre la taille des érythrocytes et le développement des gonades, ainsi qu'en fait foi un coefficient de corrélation égal à 0,73.

La droite de régression (cf. fig. 1) a été réalisée avec les chiffres fournis par 30 sujets de même race, comportant 5 individus immatures, 5 femelles et 20 mâles [1].

1. Il semble que, pour des RGS supérieurs à 10, la dimension des érythrocytes ayant atteint un maximum, l'emplacement des individus dans un graphique établi en fonction du rapport gonadosomatique devrait s'établir suivant une ligne horizontale.

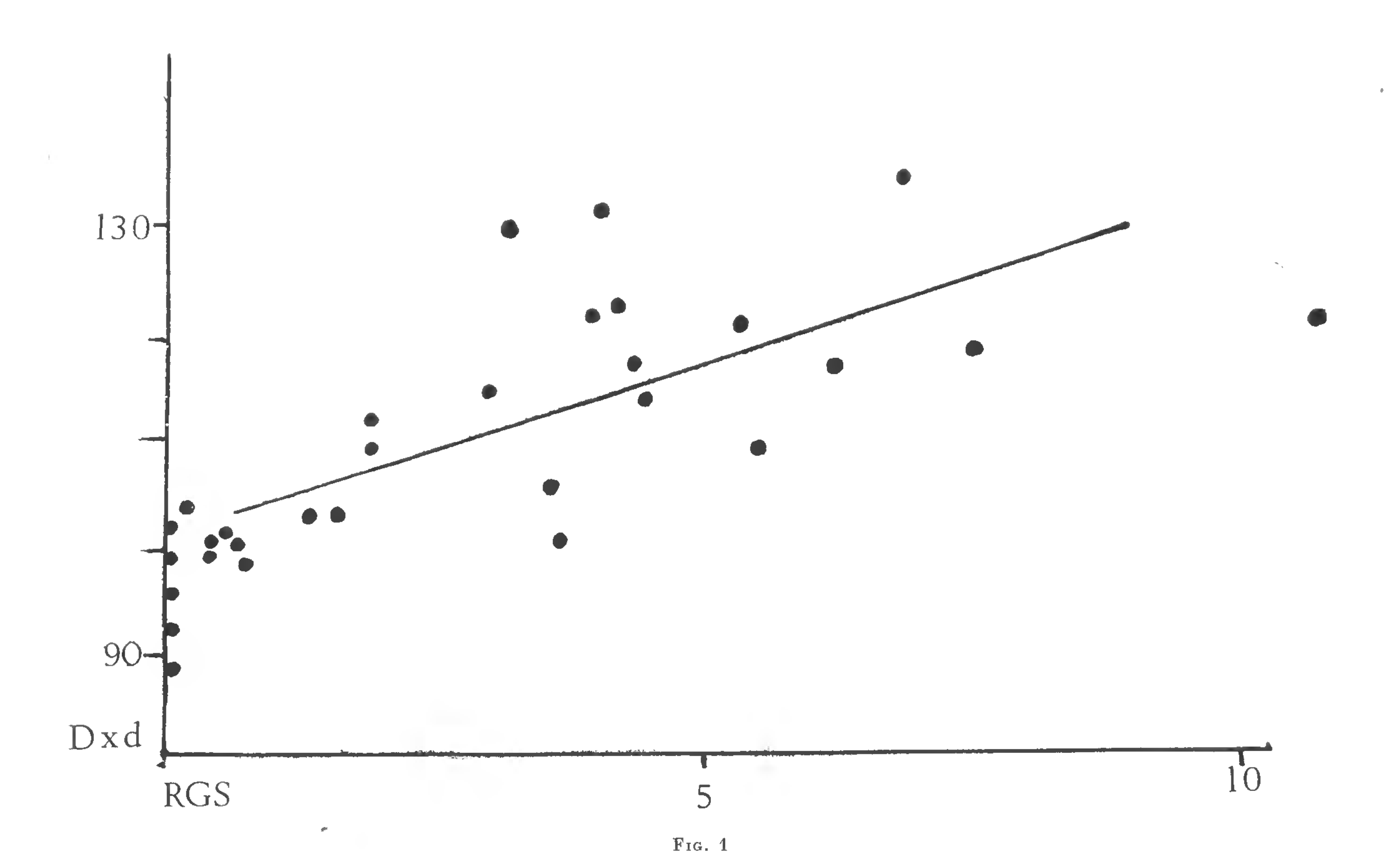


Fig. 1

Si, à l'égal de ce que nous avons fait pour les lymphocytes, on établit pour les érythrocytes un tableau des fréquences, pour le grand diamètre d'une part, et pour le petit diamètre d'autre part, on obtient les résultats suivants :

	grand diamètre						*petit diamètre*					
micron :	11	12	13	14	15	16	6	7	8	9	10	11
n = 3100	408	556	1791	319	20	6	36	1040	866	1073	82	3

On s'aperçoit, à la comparaison de ces deux tableaux, que, d'une part les mensurations se rapportant au grand diamètre conduisent à une courbe unimodale, alors que la courbe relative au petit diamètre comporte un mode à 7 et un mode à 9. Si l'on classe les sujets étudiés dans l'ordre croissant du rapport RGS, on s'aperçoit que le mode à 7 est pour des individus dont le RGS est compris entre 0 et 2, alors que le mode passe à 9 pour les individus dont le RGS est supérieur à 2. C'est donc par une modification de la forme des érythrocytes que se traduit l'augmentation de surface des cellules, celle-ci tendant à être

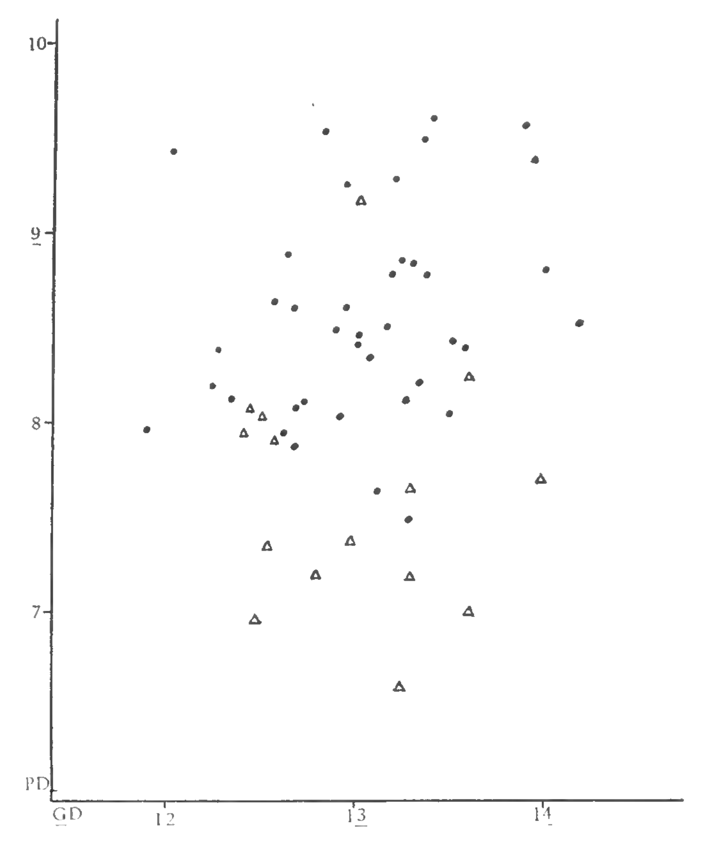


Fig. 2. — Poissons prélevés dans les mois d'hiver : décembre, janvier, février (△) ; autres mois (●). Il est à remarquer que pour les poissons situés en dessous du chiffre 8 (moyenne du petit diamètre), les RGS varient de 0 à 0,5 à l'exception du point noir le plus inférieur correspondant à un RGS de 3,57.

plus globuleuse, le petit diamètre de la cellule augmentant alors que le grand diamètre ne subit que de faibles modifications.

On obtient une confirmation de ce fait en plaçant les érythrocytes d'après leur petit diamètre en fonction de leur grand diamètre. En effet on constatera, en consultant la figure 2, que ce sont les sangs prélevés au cours des mois de repos sexuel qui fournissent des érythrocytes dont le petit diamètre est le plus faible.

La lecture de la figure 2 montre d'une manière évidente que ce sont les sangs prélevés au cours des mois d'hiver qui comportent des érythrocytes dont le petit diamètre est le plus faible. De plus, les positions les plus extrêmes occupées, d'une part par une femelle de la fin de l'hiver et très précoce au point de vue du développement avancé de ses ovaires (RGS 10,66), et d'autre part par un mâle du mois d'août (RGS 3,57), témoignent du fait que, pour une espèce déterminée, la dimension des érythrocytes semble être en relation directe avec l'état de développement des gonades.

Conclusions

Il ressort de l'étude des données rassemblées :

1° Qu'il existe une relation entre la taille des cellules sanguines et le cycle sexuel d'une espèce déterminée en l'occurrence *Carassius auratus*. Cette relation, mise en évidence par l'étude comparative d'individus pris, d'une part en période de repos sexuel et d'autre part en période d'activité, se trouve confirmée par l'action expérimentale des hormones.

2° Que les espèces « rhéophiles » ont des lymphocytes présentant généralement des dimensions moyennes supérieures à celles des eaux lentes ou stagnantes. Les résultats obtenus par action des hormones permettent d'attribuer ce fait à un métabolisme hypophyso-thyroïdien plus actif.

D'autre part, on observe que les individus immatures de *Carassius auratus* présentent une certaine marge de variation dans les moyennes des dimensions de leurs cellules. C'est ainsi que pour les lymphocytes avec des modes à 7 microns les moyennes varient de 7,10 à 8,43 et que, pour les érythrocytes, les moyennes de la valeur DXd varient de 88,47 à 102,78 pour des RGS égalant 0. Il n'est pas interdit, dans ces conditions, de supposer que les individus immatures, dont les mensurations de cellules donneraient les chiffres les plus élevés (et dans l'hypothèse où ce caractère se révèlerait transmissible) pourraient fournir des souches résistantes, puisque douées d'un métabolisme actif.

3° Enfin, il y a lieu de retenir que, pour une espèce déterminée, la variabilité d'ailleurs faible, des chiffres avancés par différents auteurs doit dépendre, d'une part de l'état des gonades au moment de la prise de sang et, d'autre part de l'origine de la souche utilisée.

Laboratoire de Zoologie
(Reptiles et Poissons)